



УНИВЕРЗИТЕТ У НОВОМ САДУ
ФАКУЛТЕТ ТЕХНИЧКИХ НАУКА
НОВИ САД



ПРИМЕЊЕНО СОФТВЕРСКО ИНЖЕЊЕРСТВО

Веб апликација за пријаву квара у
електроенергетској мрежи

Предмет: Софтверска реализација експлоатације
електроенергетских система

1 Опис пројекта

Веб апликација за пријаву и детекцију кварова у електроенергетској мрежи има за циљ да омогући ефикасно прикупљање информација о прекидима у напајању, њихову аутоматску анализу и приказ тренутног стања мреже у реалном времену. Систем подржава више типова корисника: администратора, купца и госта, при чему свака улога има различите нивое приступа и функционалности. Корисницима је омогућена пријава кварова уз аутоматско одређивање потенцијалне локације квара на основу географских података, као и праћење статуса њиховог отклањања. Апликација обезбеђује графички приказ електроенергетске мреже са приказом водова и трафо-станица, историју кварова по водовима и систем обавештавања о променама стања мреже. Интеграцијом географских сервиса и механизма за анализу пријава, систем пружа подршку бржем реаговању, бољој организацији одржавања и транспарентнијој комуникацији са корисницима електроенергетског система.

2 Корисничке улоге

У оквиру система дефинисане су три корисничке улоге: **Администратор**, **Купац** и **Гост**. Свака улога има јасно дефинисана овлашћења и приступ функционалностима апликације, у складу са својом наменом и одговорностима у систему за пријаву и детекцију кварова у електроенергетској мрежи. Поређења њихових овлашћења се налазе у Табели 1.

Функционалност / Радња	Администратор	Купац	Гост
Регистрација и пријава	✓	✓	✗
Преглед стања мреже	✓	✓	✓
Пријава квара	✗	✓	✗
Преглед свих пријављених кварова	✓	✓	✓
Аутоматско одређивање локације квара	✓	✓	✗
Праћење статуса квара	✓	✓	✓
Преглед историје кварова	✓	✓	✗
Календарски приказ обавештења	✓	✓	✗
Унос трафо-станица и водова	✓	✗	✗
Управљање моделом мреже	✓	✗	✗
Организација отклањања кварова	✓	✗	✗
Праћење времена отклањања квара	✓	✗	✗
Управљање корисничким налозима	✓	✗	✗

Табела 1 Преглед овлашћења по корисничким улогама

2.1 Администратор

Администратор представља власника и оператора система и има највиши ниво приступа апликацији. Он је задужен за унос и одржавање модела електроенергетске мреже, који обухвата трафо-станице и водове који их повезују, при чему се подразумева радијална структура мреже, без комплекснијих система. Администратор има потпун увид у све пријављене кварове, укључујући информације о локацији, времену пријаве, кориснику који је пријавио квар и тренутном статусу отклањања. Поред тога, администратор организује процес отклањања кварова, прати време потребно за њихово решавање и има приступ историји кварова за сваки вод у мрежи. У оквиру администраторског панела, администратор може да управља корисничким налозима, прати стање мреже у реалном времену и доноси одлуке које доприносе ефикаснијем одржавању електроенергетског система.

2.2 Купац

Купац је регистровани корисник система који има могућност да пријави квар у електроенергетској мрежи и прати његов статус. Приликом пријаве квара, систем аутоматски одређује потенцијалну локацију квара на основу географске позиције корисника и података о структури мреже. Купцу је омогућен увид у све пријављене кварове у систему, како сопствене тако и оне које су пријавили други корисници, уз јасан приказ тренутног статуса сваког квара. Један купац може пријавити више кварова, али не и више пута квар на истом објекту. Купац такође има приступ историји пријављених кварова и систему обавештавања, који га аутоматски информише о променама статуса отклањања квара на делу мреже који је релевантан за њега. Обавештења се могу приказивати и у календарском формату ради лакшег прегледа.

2.3 Гост

Гост је нерегистровани корисник који има ограничен приступ систему. Он нема могућност пријаве кварова нити интеракције са подацима, али му је омогућен информативан увид у стање електроенергетске мреже. Гост може да прегледа пријављене кварове, њихову локацију и тренутни статус, што омогућава транспарентност рада система и основно информисање јавности без нарушавања безбедности и интегритета података.

3 Техничке карактеристике система

Систем за пријаву и детекцију кварова у електроенергетској мрежи ослања се на комбинацију географских података, логичког модела мреже и анализе пријава корисника. Основни циљ техничке реализације је да се омогући јасан приказ структуре мреже, аутоматско одређивање потенцијалне локације квара и праћење стања мреже у реалном времену. У наставку су описане кључне техничке компоненте које систем треба да подржи, без ограничења на конкретне алате или технологије.

3.1 Географски подаци и приказ мреже

За реализацију мапе могуће је користити било који систем за приказ географских података, при чему се најчешће користе сервиси као што су Google Maps API или библиотеке засноване на OpenStreetMap подацима. Мапа треба да омогући јасан визуелни приказ целе мреже, као и означавање делова мреже на којима је дошло до квара, уз разликовање активних и отклоњених кварова.

3.2 Логички модел електроенергетске мреже

Поред географског приказа, систем мора да садржи и логички модел мреже који описује односе између трафо-станица и водова. Мрежа је дефинисана као радијална, што значи да између било која два чвора постоји јединствен пут. Оваква структура омогућава једноставнију анализу и детекцију квара, јер се на основу прекида напајања може ограничити број потенцијалних локација на којима се квар догодио.

Администратор уноси и одржава овај модел мреже, док систем користи ове податке приликом анализе пријава корисника и одређивања делова мреже који су погођени кваром.

3.3 Аутоматско одређивање локације квара

Једна од кључних техничких карактеристика система је аутоматско одређивање потенцијалне локације квара. Приликом пријаве квара, систем користи географску локацију корисника и податке о структури мреже како би одредио највероватнији део вода или трафо-станицу на којој је дошло до прекида.

На основу више пријава са различитих локација, систем може да сузи област у којој се квар налази, што значајно помаже администратору у организацији отклањања квара. Ова анализа не мора да даје апсолутно тачну локацију, већ потенцијалну зону квара која се додатно проверава на терену.

3.4 Историја кварова и анализа по водовима

Сваки вод у електроенергетској мрежи има повезану историју кварова. За сваки квар чувају се подаци о датуму и времену настанка, кориснику који је пријавио квар, трајању квара и статусу његовог отклањања. Ови подаци омогућавају дугорочну анализу поузданости мреже и идентификацију критичних делова који су склони честим прекидима. Историјски подаци се приказују у табеларном и графичком облику и могу се користити за планирање превентивног одржавања и унапређење квалитета напајања.

3.5 Систем обавештавања

Систем подржава механизам обавештавања корисника о статусу кварова. Купци се аутоматски обавештавају о променама статуса квара који су пријавили, као и о кваровима на делу мреже који је релевантан за њихову локацију. Обавештења могу бити приказана у оквиру апликације, а систем треба да омогући и њихов календарски приказ ради лакшег праћења временске динамике кварова и интервенција. Овај механизам доприноси транспарентности рада система и смањује потребу за додатним упитима корисника о стању система.

4 Функционалности

Систем за детекцију и праћење кварова у електроенергетском систему обухвата више функционалних целина које омогућавају пријаву кварова, визуелизацију стања мреже, управљање пријавама и контролу приступа различитих типова корисника. Основни циљ система је да омогући благовремено уочавање прекида, јасно информисање корисника и ефикасну организацију отклањања кварова.

4.1 Кориснички интерфејс

Кориснички интерфејс треба да буде интуитиван, прегледан и прилагођен различитим улогама у систему. Препоручује се употреба јасно структурираног менија који омогућује приступ модулима за пријаву кварова, преглед стања мреже, историју кварова и управљање корисничким подацима.

Апликација треба да обезбеди визуелни приказ електроенергетске мреже у виду интерактивне мапе, на којој су приказане трафостанице и водови, као и активни и архивирани кварови. Кварови могу бити означени различитим бојама или симболима у зависности од њиховог статуса (пријављен, у обради, отклоњен).

Поред мапе, систем треба да омогући табеларни и графички приказ података о кваровима, као што су време пријаве, трајање квара, локација и статус решавања, уз могућност прегледа историјских података по појединачним водовима или деловима мреже.

4.2 Безбедност и приступ

Систем треба да подржи поуздан механизам регистрације и пријаве корисника, уз примену безбедних метода аутентификације и заштите података. Контрола приступа мора бити заснована на корисничким улогама, тако да администратори, пријављени корисници и гости имају различите нивое овлашћења.

Администратори имају проширена права за управљање мрежом, корисницима и пријављеним кваровима, док регистровани корисници могу пријављивати кварове и пратити њихов статус. Гостима је омогућен ограничен увид у тренутно стање мреже и пријављене кварове, без могућности интеракције са системом. Оваква структура обезбеђује стабилност система и заштиту осетљивих података.

4.3 Додатне функционалности

Систем може да подржи и напредне функционалности које унапређују употребљивост и ефикасност рада. Једна од кључних могућности је аутоматско одређивање потенцијалне локације квара на основу пријава корисника и њихове географске позиције.

Такође, препоручује се имплементација система обавештавања, који кориснике аутоматски информисе о променама статуса квара, почетку и завршетку радова, као и планираним интервенцијама. Обавештења могу бити приказана унутар апликације, као и у календарском формату ради лакшег праћења догађаја.

Као додатна функционалност, систем може омогућити извоз података о кваровима у CSV формат, што омогућава даљу анализу података у спољним алатима и извештајима.

5 Техничка имплементација

Техничка имплементација система за детекцију и праћење кварова у електроенергетској мрежи може се реализовати употребом различитих технологија и развојних оквира, у зависности од изабране архитектуре и преференција тима. У наставку су наведене препоручене технологије које се често користе у веб апликацијама овог типа, при чему је дозвољено коришћење и алтернативних решења која обезбеђују исту функционалност.

5.1 Фронтенд

Фронтенд слој задужен је за интеракцију са корисником, приказ стања електроенергетске мреже и визуелизацију пријављених кварова. Препоручује се употреба модерних JavaScript оквира који омогућавају компонентски развој, реактивно ажурирање података и јасну организацију корисничког интерфејса.

Могуће је користити неке од следећих примера:

- **React** – за изградњу динамичког и компонентски оријентисаног интерфејса,
- **Vue.js или Angular** – као алтернативне оквири са сличним могућностима,
- **Leaflet или Google Maps API** – за приказ електроенергетске мреже, трафо-станица и водова на интерактивној мапи,
- **Chart.js, D3.js или ECharts** – за визуелизацију статистике кварова, историјских података и временских анализа.

Посебан нагласак ставља се на интерактивну мапу мреже и јасан визуелни приказ активних и архивираних кварова, са могућношћу брзе промене приказа у зависности од статуса система.

5.2 Бекенд

Бекенд слој обезбеђује централну логику система, управљање корисницима, трафо-станицама, водовима и пријављеним кваровима, као и обраду података и комуникацију са клијентском апликацијом. Бекенд је задужен за анализу пријава корисника и аутоматско одређивање потенцијалне локације квара на основу структуре мреже.

Као препоручена решења могуће је користити неке од примера:

- **Node.js уз Express** – за изградњу REST API-ја и асинхронну обраду захтева,
- **Python Flask или FastAPI** – као једноставне и ефикасне алтернативе за серверску логику,
- **ASP.NET Core** – за реализацију у C# окружењу.

5.3 База података

База података служи за чување података о корисницима, трафо-станицама, водовима, пријављеним кваровима и историји догађаја у систему. Потребно је да база података омогући поуздано складиштење временских и просторних података, као и ефикасно извршавање упита над историјом кварова.

Могућа решења су:

- **PostgreSQL** – релациона база са добром подршком за просторне податке и сложене упите,
- **MySQL** – као широко коришћена релациона алтернатива,
- **MongoDB** – за флексибилно чување докумената и логова догађаја.

Важно је да база података подржи брз упис и читање, јер систем може да обрађује више пријава у кратком временском интервалу.

5.4 API интеграције

Систем може користити спољне API сервисе како би се обезбедила додатна функционалност и боља корисничка услуга. Најчешће коришћене интеграције односе се на:

- **Географске сервисе (Google Maps API или Leaflet/OpenStreetMap)** – за приказ електроенергетске мреже и локација кварова,
- **Сервисе за обавештавање** (нпр. е-mail или интерни notification систем) – за информисање корисника о променама статуса кварова.

Интеграција са API-јима за цене електричне енергије није неопходна за функционалност овог система и може се сматрати опционом, уколико се жели додатно проширење пројекта.